

УДК 551.4.07

СКЛОНОВАЯ И ПОЙМЕННАЯ ДЕФЛЮКЦИЯ В РЕЧНЫХ ДОЛИНАХ ВОСТОКА РУССКОЙ РАВНИНЫ

А.П. Дедков, А.П. Двинских, С.Г. Курбанова,
В.И. Мозжерин, А.Н. Шарифуллин

Аннотация

Исследование эрозионно-аккумулятивных процессов в бассейнах малых рек на востоке Русской равнины в течение почти 30 лет позволило выявить новое явление в днищах речных долин – медленное смещение грунта пойм вниз по течению, названное пойменной дефлюкцией. Однако механизм и условия проявления пойменной дефлюкции остаются не совсем понятны. Целью данной статьи является установление характера и интенсивности преобразований в эрозионно-русловых системах востока Русской равнины.

Ключевые слова: крип, дефлюкция, склоновые процессы, пойма, геоморфология.

Введение

Явлению медленного и массового смещения неконсолидированных почвогрунтовых масс, которое широко известно под терминами «крип» (от англ. creep – ползти, сползать) и «дефлюкция» (от нем. defluktion – стекать, течь) подвержены практически все склоны суши. Эти смещения имеют в основе вертикальные гидротермические движения грунта, обусловленные изменениями его объема при фазовых переходах воды, изменениях увлажненности и температуры, а так же за счет развития и отмирания корневой системы растений.

Впервые на данное явление обратил внимание Ч. Дэвисон [1], который использовал термин «сгеер» для обозначения гидротермических движений почвенно-грунтовых масс. В начале XX века Р. Гетцингер (Gotzinger) пытался получить количественные показатели интенсивности течения грунта на склонах гор Венского Леса [2]. Виднейшие геоморфологи И.П. Герасимов [3] и В. Пенк [4] заложили теоретические и методические основы детального изучения этого процесса. Д.Г. Панов [5] и С.С. Воскресенский [6] предложили термин «дефлюкция» для обозначения явления медленного смещения почвенно-грунтовых масс вниз по склону.

Большой вклад в изучение данного процесса внесли А. Янг [7, 8], Т. Герлах [9], С. Рудберг [10], С. Шумм [11, 12], А.П. Дедков и В.А. Дуглав [13], В.И. Мозжерин [14], Н.И. Маккавеев [15] и др. За последние годы произошло накопление значительного количества теоретических разработок и натурных данных по результатам стационарного изучения склоновой дефлюкции, механизм и условия проявления которой в настоящее время вполне понятны.

Работа, проводимая сотрудниками кафедры физической географии и геоэкологии Казанского государственного университета, по изучению эрозионно-аккумулятивных процессов в бассейнах малых рек на востоке Русской равнины в течение почти 30 лет, позволила выявить новое явление в днищах речных долин – медленное смещение грунта пойм вниз по течению, названное нами пойменной дефлюкцией.

Формирование речных пойм является достаточно хорошо изученным аспектом современного функционирования всей бассейновой системы ([15–18] и др.). Однако механизм и условия проявления пойменной дефлюкции остаются не совсем понятны. Целью данной статьи является установление характера и интенсивности преобразований в эрозионно-руслowych системах востока Русской равнины.

Методика исследований

Для изучения процессов склоновой дефлюкции и внерусловой аккумуляции аллювия и поймообразования нами еще в 1982–1983 гг. в днищах малых рек, имеющих 1–3 порядки по классификации Философова – Страллера, была заложена сеть стационарных наблюдений. Опробованию подверглись склоны долин и поймы разного уровня относительно уреза воды. Их ширина не превышала первых сотен метров, а уклоны днищ долин колебались в пределах 0.01–0.09‰.

Длина исследуемых рек изменялась от 10 до 100 км, а площадь водосбора – от 10 до 300 км². Всего наблюдениями была охвачена 21 река, а площадь исследуемой территории составила более 900 км². При выборе стационарных участков нами учитывались не только размеры реки (для дальнейшего их сопоставления), но и их ландшафтная приуроченность к определенным природным зонам – тайге, смешанным лесам, лесостепи и степи (рис. 1).

Изучение склоновой и пойменной дефлюкции проводилось двумя взаимодополняющими способами. Во-первых, в днищах долин малых рек на высокой и низкой поймах строго вкрест простираения днища были заложены створы. По их линиям через 2–3 м забивались репера в виде стальных стержней (длиной 20–30 см) вровень с поверхностью поймы. Такие створы были заложены на трех участках продольного профиля реки: в верховье, в среднем и нижнем ее течениях. Всего было заложено более 1 000 реперов по 36 линиям створов. Периодически проводились наблюдения за положением реперов относительно первоначальной линии створа [19].

Во-вторых, использовался метод пластин, предложенный и опробованный в условиях Среднего Поволжья А.П. Дедковым и В.А. Дуглавом [13], А.П. Дедковым и В.И. Мозжериным [20] для изучения склоновой дефлюкции. На разных участках по длине реки в пределах поймы были заложены шурфы глубиной 1.5–1.7 м. В стену шурфа строго по отвесу устанавливались металлические пластины через 5–10 см, расположенные параллельно и перпендикулярно отвесной линии. Закладка пластин проводилась инструментальным методом. Шурфы располагались строго по профилю вкрест простираению днища долины у русла в центральной части и у тылового шва поймы. Вскрытие шурфов для изучения дефлюкции проводилось через 3–5 лет.

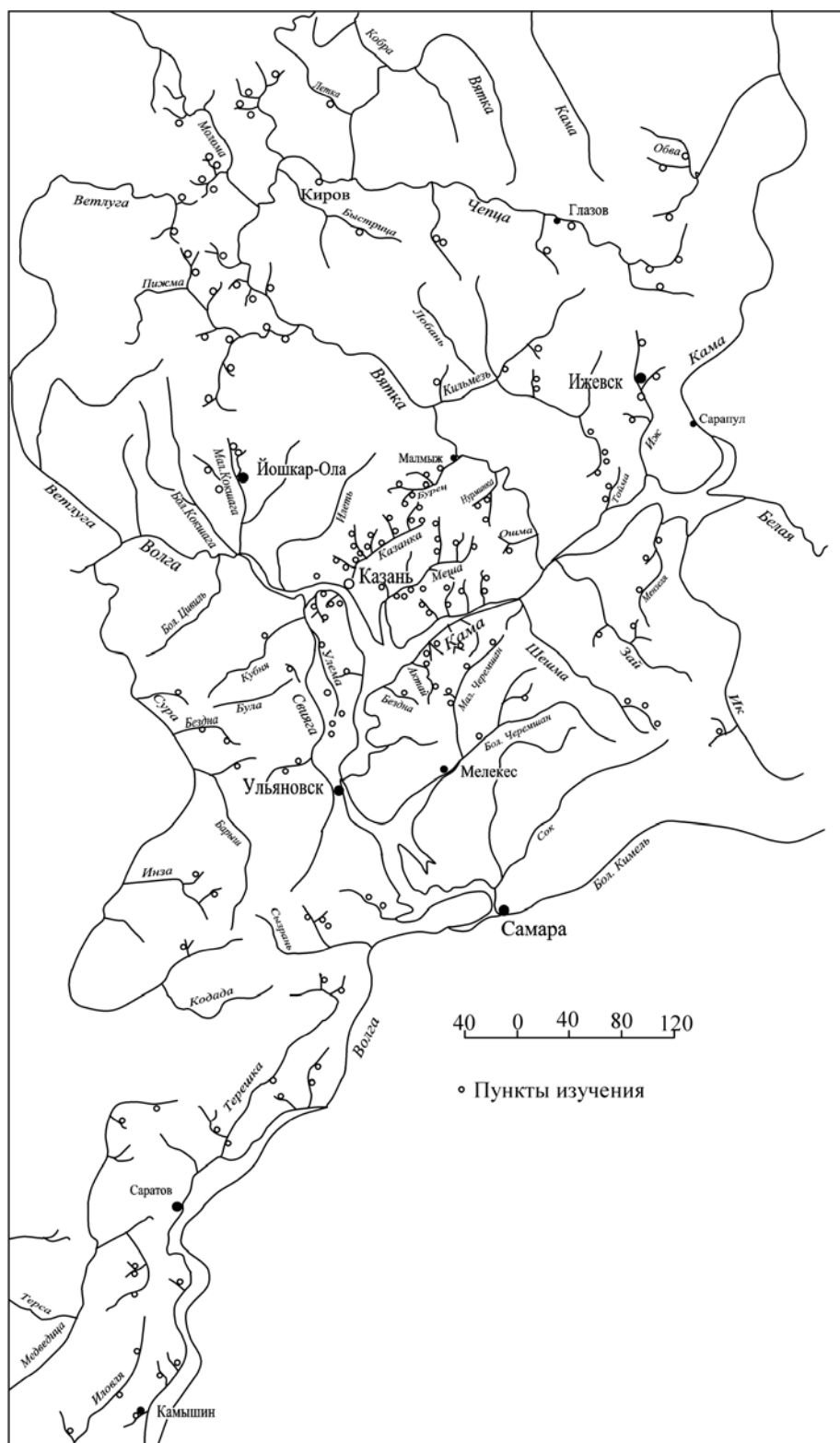


Рис. 1. Пункты изучения дефлюкции в речных долинах востока Русской равнины

Табл. 1

Обобщенные показатели интенсивности крипа на востоке Русской равнины в зависимости от механического состава почвогрунтов

Механический состав грунтов	Экспозиция склона			В среднем
	Юго-запад		Северо-восток	
	Крутизна склонов			
	< 10°	≥ 10°	> 10°	
Легкий суглинок	а) – б) – в) –	а) 6.79 б) 2.23 в) 3	а) 10.8 б) 2.90 в) 3	а) 8.80 б) 2.57 в) 6
Средний суглинок	а) 6.70 б) 1.65 в) 10	а) 15.0 б) 3.42 в) 6	а) 13.9 б) 3.15 в) 2	а) 11.87 б) 2.74 в) 18
Тяжелый суглинок	а) 9.20 б) 1.70 в) 4	а) 15.1 б) 4.32 в) 11	а) 27.8 б) 4.80 в) 5	а) 17.37 б) 3.61 в) 20

Примечание: а) объем перемещающегося материала (см³/см год); б) результирующая скорость смещения (мм/год); в) количество точек-шурфов; прочерк означает отсутствие данных.

Результаты

Склоновая и пойменная дефлюкция проявляется до глубины 0.9–1.4 м. Интенсивность смещения зависит от крутизны и экспозиции склона, а также от механического состава грунтов, подверженных смещению (табл. 1).

Склоновая дефлюкция проявляется в виде двух типов смещения. Горизонтальная составляющая смещения для пластин, расположенных параллельно отвесной линии, составляет 2–5 мм/год. Вертикальная составляющая смещения перпендикулярно установленных пластин колеблется в пределах 1–2 мм и практически не изменяется по вертикальному профилю в шурфе. Результирующая (интегральная) скорость смещения изменяется от 1.5 до 3.7 мм/год.

При прочих равных условиях интенсивность склоновой дефлюкции усиливается на склонах холодных румбов, сложенных отложениями тяжелого механического состава.

Литологический состав почвогрунтов определяет эпюру смещения и его тип [21].

По изменениям гранулометрического состава отложений и результирующей скорости смещения можно выделить несколько эпюр.

1. Механический состав (легко-, средне-, тяжелосуглинистый) в них по разрезу шурфа не изменяется. Распределение скоростей полностью соответствует эпюре, в которой максимум смещения наблюдается у поверхности, а с глубиной идет уменьшение скорости до полного затухания смещения на глубинах 0.8–1.4 м.

2. Вниз по разрезу идет огрубление материала. Эпюра имеет вид, аналогичный первому случаю, но уменьшение скоростей происходит еще более резко. Затухание смещений наблюдается примерно на той же глубине.

Табл. 2

Смещения реперов на поймах некоторых малых Среднего Поволжья с 1983 по 2003 гг.

Река и бассейн	Площадь бассейна, км ²	Длина реки, км	Уклон реки	Период наблюдений, лет	Состояние поймы	Максимальное смещение, см	Средняя скорость смещения, см/год
Колунец (Улема)	21.0	4.0	0.010	15	луг	76	5.1
Руч. Носов (Улема)	36.8	9.3	0.002	15	луг	90	6.0
Кня (Бурец)	73.4	12.0	0.005	22	луг	78	4.3
Морквашка (Волга)	43.5	10.0	0.001	24	кусты	22	1.1
Руч. Малининский	3.7	2.0	0.020	15	луг	5	0.3
Нурминка (Вятка)	14.9	4.3	0.014	20	луг	98	4.9

3. У поверхности материал более грубый, чем на некоторой глубине. Появляются эпюры совершенно иного вида, когда максимум смещения наблюдается на некоторой глубине.

4. В разрезе наблюдается частое чередование слоев, отличающихся по механическому составу (особенно по содержанию песка и глины). В этом случае эпюра приобретает очень сложный пикообразный вид.

При изучении *пойменной дефлюкции* учитывалось смещение верхней толщи пойменного аллювия в продольном направлении по уклону дна долины к изменениям этого смещения с глубиной (табл. 2).

Результаты регулярных измерений показывают, что средняя скорость смещения верхней части пойменного аллювия в продольном направлении по результатам положения реперов относительно линии створа изменяется от 0.3 до 6.0 см/год.

Максимальное смещение наблюдается у русла, минимальное – у тылового шва, причем смещение нарастает постепенно.

На поймах, где имеется лесная или кустарниковая растительность, смещение происходит очень медленно. Например, за 15–24 года на залесенных поймах р. Морквашки и руч. Малининского репера максимально сместились всего на 5–22 см, то есть скорость движения грунта составила всего 0.3–1.1 см/год, тогда как на луговых поймах других рек при прочих равных условиях она возросла до 4–6 см/год (рр. Нурминка, Колунец и др.).

Интенсивность продольного смещения верхнего слоя пойменного аллювия зависит также и от уклонов продольного профиля реки. Так, на р. Кне (приток р. Вятки) в верховье скорость смещения грунта составила 6.2 см/год, в нижнем течении – 5.3 см/год. Уклон реки на этом участке уменьшился с 0.01 до 0.005%.

Изучение смещения с глубиной в пойменной толще очень детально проводилось на р. Нурминке, которая имеет пойму шириной до 30 м. Уклон реки

в верховьях – 0.014, в низовьях – 0.008‰. Длина реки 11 км. Пойма реки до глубины 1.5–2.0 м сложена суглинками, супесями с редкими прослоями песков и гравия. Полученные результаты показали, что смещение аллювия с глубиной на пойме происходит с разными скоростями.

В приповерхностном слое средняя скорость смещения изменялась от 1.5 до 5.2 мм/год. С глубиной скорость движения замедляется. На глубине 50–70 см она уменьшается до 0.1–1.0 мм/год, а с глубины 1 м почти затухает.

Интенсивность смещения зависит и от механического состава пойменного аллювия. В верхней части его разреза в суглинистой пойменной фации смещение составило в среднем более 2 мм/год. В нижней части пойменного аллювия в пределах русловой фации скорость уменьшается до 0.2–0.3 мм/год. Аналогичная картина наблюдается на поймах рек, расположенных в разных природных зонах – р. Валы (средняя тайга), р. Кни (смешанный лес), рр. Колунец, Улемы (лесостепь).

Выводы

Днища и склоны речных долин подвержены медленному смещению почвенно-грунтовых масс (пойменная и склоновая дефлюкция), которое обусловлено происходящими в них гидротермическими изменениями.

Склоновая и пойменная дефлюкция образует единую цепь относительного медленного переноса (смещения) материала, который, сместившись со склонов в днища речных долин, далее перемещается в виде грунта поймы. В качестве подтверждения тесной взаимосвязи склоновой и пойменной дефлюкции служит следующий косвенный факт. В последние десятилетия с началом экономического преобразования в сельском хозяйстве произошли существенные изменения. Площадь сельскохозяйственных угодий в Республике Татарстан сократилась почти на 5%, причем пашня уменьшилась на 5%, а территория сенокосов, пастбищ, бросовых земель увеличилась до 4.5%. Именно в этот период скорость смещения грунтов на пойме уменьшилась в среднем почти в 2 раза.

Скорость проявления склоновой и пойменной дефлюкции неодинакова. Смещение грунта на пойме происходит более интенсивнее, чем на склонах. Пойменная дефлюкция наиболее интенсивнее проявляется в весеннее время, особенно в период половодья, когда пойма заливается талыми водами, и, очевидно, ослабевает летом и осенью до полного затухания в зимнее время года. Проявления склоновой дефлюкции существенно усиливаются в переходные сезоны года, когда наблюдаются значительные колебания температур и влажности почвогрунтов.

Механизм движения пойменного аллювия, очевидно, заключается в том, что во время половодья пойменные грунты приобретают вязко-пластичную консистенцию и под действием гидростатического и гидродинамического давления паводковых вод смещаются вниз по течению даже при небольших уклонах поймы.

Скорость смещения материала на склонах и пойме существенно зависит от механического состава почвогрунтов. Смещения затухают в отложениях «грубого» состава – песках, гравии и усиливаются в глинистых и суглинистых породах.

Summary

A.P. Dedkov, A.P. Dvinskih, S.G. Kurbanova, V.I. Mozjerin, A.N. Sharifullin. Slope and Flood-Plain Defluction in Small River Basins in the Eastern Part of Russian Plain.

The research on erosive-accumulative processes carried out in small river basins in the eastern part of Russian plain during almost 30 years revealed a new phenomenon at the river bottoms. This phenomenon implies slow down-current movement of soil masses, called flood-plain defluction. However, the mechanism and conditions of flood-plain defluction are still obscure. The present article is aimed at stating the character and intensity of changes in erosive-channel systems of the eastern part of Russian Plain.

Key words: creep, defluction, slope processes, flood plain, geomorphology.

Литература

1. Davison C. On the creeping of the soil cap through the action of frost // *Geol. Mag.* – 1889. – V. 3, No 6. – P. 255–261.
2. Иверонова М.И. Медленные движения почвенно-грунтовых масс на задернованных склонах // *Изв. АН СССР. Сер. геогр.* – 1964. – № 1. – С. 62–74.
3. Герасимов И.П. О движениях почвенно-грунтовых масс на склонах // *Почвоведение*. – 1941. – № 7–8. – С. 74–86.
4. Пенк В. Морфологический анализ. – М.: Географгиз, 1961. – 359 с.
5. Панов Д.Г. Общая геоморфология. – М.: Высш. шк., 1966. – 427 с.
6. Воскресенский С.С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1971. – 229 с.
7. Young A. A twelve-year record of soil movement on a slope // *Z. Geomorph. Suppl.* – 1978. – Bd. 29. – S. 104–110.
8. Young A. Soil movement on slopes // *Nature*. – 1963. – V. 200, No 4902. – P. 129–130.
9. Gerlach T. Współczesny rozwój stoków w dorzeczu górnego Grajczarka (Beskid Wysoki – Karpaty. Zachodnie) // *Prace Geograficzne IG PAN*. – 1966. – No 52. – S. 1–111.
10. Rudberg S. Slow mass movement processes and slope development in the Norra Storfjäl area, Southern Swedish Lapland // *Z. Geomorphol. Suppl.* – 1964. – Bd. 5. – S 192–203.
11. Schumm S.A. Rates of surficial rock creep on hillslopes in Western Colorado // *Science*. – 1967. – V. 155, No 3762. – P. 560–562.
12. Schumm S.A. Seasonal variations rates and processes in western Colorado // *Z. Geomorphol. Suppl.* – 1964. – Bd. 5. – S. 214–238.
13. Дедков А.П., Дуглав В.А. Медленные движения почвенно-грунтовых масс на задернованных склонах // *Изв. АН СССР. Сер. геогр.* – 1967. – № 4. – С. 90–93.
14. Мозжерин В.И. Новые результаты стационарного изучения крипа в Среднем Поволжье // *Эрозионные процессы и эволюция рельефа*. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1983. – С. 124–138.
15. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 346 с.
16. Шанцер Е.В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит // *Тр. ин-та геол. наук АН СССР*. – 1951. – Вып. 135. – 274 с.
17. Чалов Р.С., Алабян А.М., Иванов В.В., Ладына Р.В., Панин А.В. Морфодинамика русел равнинных рек. – М.: ГЕОС. – 1998. – 288 с.

18. *Чернов А.В.* Геоморфология пойм равнинных рек. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. – 148 с.
19. *Мозжерин В.И., Курбанова С.Г.* Деятельность человека и эрозионно-русловые системы Среднего Поволжья. – Казань: Арт Дизайн, 2004. – 128 с.
20. *Дедков А.П., Мозжерин В.И.* Медленные гидротермические движения почвенно-грунтовых масс на склонах (крип) // Методы полевых геоморфологических экспериментов СССР. – М.: Наука, 1986. – С. 77–90.
21. *Двинских А.П., Курбанова С.Г.* Литологическая обусловленность проявления крипа на склонах долин в Среднем Поволжье // Развитие рельефа равнин: геоморфологические и геоэкологические проблемы. – Казань, 2007. – С. 64–73.

Поступила в редакцию
25.12.07

Двинских Александр Петрович – старший преподаватель кафедры физической и экономической географии Казанского государственного университета.

Курбанова Сания Гасимовна – кандидат географических наук, доцент кафедры физической и экономической географии Казанского государственного университета.

Мозжерин Владимир Ильич – доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и геоэкологии Казанского государственного университета.

Шарифуллин Амир Нуруллаевич – кандидат географических наук, заведующий кафедрой физической географии и геоэкологии Казанского государственного университета.

E-mail: ggf@mail.ru